植保會刊 18:106—119(1976)

民國64年12月5日「水稻病蟲害損失估計」研討會講稿

紋枯病對水稻產量損失估計[1]

Assessment of Yield Losses due to Rice Sheath Blight

蔡 武 雄[2]

W. H. Tsai

一、前言
二、紋枯病發病估計方法
三、紋枯病發病株率與被害度之關係
四、紋枯病發病莖率與被害度之關係
五、紋枯病發病與產量損失之關係
六、藥劑防治次數與防治效果
七、藥劑防治界限
八、參考文獻

摘要: 水稻因紋枯病爲害而引起之產量損失隨栽培品種、時期、地點而異。通常，對產量損失之估計，以成熟期之被害度及產量而定。但被害度之調查比較繁雜，故可間接地用被害株率及被害莖率估計產量或產量損失，此因被害株率及被害莖率與被害度有正相關關係，水稻在孕穗期之被害株率或害莖率高時，成熟期之被害度亦高，反之亦然。

被害度與損失率之關係爲 $y=0.25x+0.35$（x爲成熟期之被害度)。進一步說，被害度在 10%時，其損失爲 1.7~3.1%。被害度 20% 時，其損失爲 3.3~6.1%。被害度 30% 時，損失爲 5.0~9.2%。被害 80% 時，其損失爲 13.3~24.6%。故同一被害度，其損失率却在一個範圍之內。

水稻在不同時期感染或接種紋枯病時，以分蘖盆期及孕穗期發病者損失最大。以臺南 5 號爲例，其損失可達 44% 左右，臺中在來 1 號亦達 30% 左右。若病斑達到劍葉，或病斑達第四葉片或第二葉片（由下向上算）施藥時，臺南 5 號在第一期作之損失各爲 43.0，22.3 及 9.0%，第二期作各爲 31.9，16.3 及 10.1%。臺中在來 1 號在第一期作之損失各爲 32.9，27.5 及 8.5%，第二期作各爲 26.2，11.3 及 6.6%。所以不論臺南5號或臺中在來1號，其產量損失以第一期作嚴重。臺南5號之損失較臺中在來1號爲大。臺南5號及臺中在來1號之產量與被害度亦有相關關係。

藥劑防治次數與經濟防治水準，依紋枯病發生之嚴重性而定，發病嚴重時，宜增加施藥次數，發病輕微時，應減少施藥次數。

---

1. 本文爲民國64年12月5日於國立中興大學舉行之「水稻病蟲害損失估計」專題討論會講稿。
1. 試驗報告農試字第760號。
2. 臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系技士。

一、前　　　言

紋枯病爲本省水稻主要病害，無論在第一期作或第二期作均普遍發生。根據農林廳報告（表一），民國 56.57.60.61 及 62 年度，第一期作之發生面積百分率高於第二期作，而民國 58.59 及 63 年度第二期作之發生面積百分率高於第一期作。然而，僅有發生面積之報告，而尚未有紋枯病產量損失之估計報告，故每年僅知紋枯病的發生，至於其影響產量損失有多少却不得而知。今後宜加强損失估計，使農民瞭解損失的嚴重性，提高防治的興趣。

表一、近年來本省水稻紋枯病發生情形（農林廳）[8,9,10]

年次	發生面積（公頃）		栽培面積（公頃）		百分率 %	
	一期	二期	一期	二期	一期	二期
56	85,132	16,186	337,376	449,720	25.2	3.6
57	66,929	83,930	340,089	449,816	19.6	1.8
58	95,620	221,567	341,876	444,264	27.7	49.8
59	62,706	99,005	341,224	434,914	18.4	22.7
60	66,715	72,878	333,621	419,829	20.0	17.4
61	80,897	55,742	329,610	411,960	24.5	13.5
62	63,412	63,092	324,331	339,832	19.6	15.8
63	59,432	81,750	345,275	432,574	17.2	18.9

二、紋枯病發病估計方法

關於植物病害估計，依 James[15] 可分爲 disease iucidence 及 disease severity. 所謂 disease incidence即植株或葉片發病數目的百分率，disease severity即發病植株或葉片的發病面積百分率。但亦有以 disease intensity 來包括 disease incidence 及 disease sevesity 者[13]。目前對於紋枯病發病調查方法有 (1) 發病株率 (2) 發病莖率 (3) 被害度（發病度）。前兩者應該屬於 disease incidence，而後者屬於 disease severity.

(1) 發病株率：以發病株數除以總調查株數之百分率表示之。

(2) 發病莖率：以發病莖數除以總調查莖數之百分率表示之。

(3) 被害度（發病度）：依吉村[3] 被害度（%）$=3n_1+2n_2+1n_3+0n_4/3N\times 100$

n_1：於劍葉、第二葉、第三葉及第四葉之各葉鞘或葉片有形成病斑之莖數。

n_2：於第二葉、第三葉及第四葉之各葉鞘或葉片有形成病斑之莖數。

n_3：於第三葉及第四葉之各葉鞘或葉片上有形成病斑之莖數。

n_4：任何葉鞘或葉片上均無病斑之莖數，即健健全莖。

N：$n_1+n_2+n_3+n_4$ 即調查之總莖數。

例1：假定調查 18 莖，均屬於 n_1 時

則 $n_1=18$ $n_2=0$ $n_3=0$ $n_4=0$ $N=18$

$$\text{所以被害度（\%）}=\frac{3\times18+2\times0+1\times0+0\times0}{3\times18}\times100=100\%$$

例2：假定調查18莖，均屬於 n_2 時

則 $n_1=0$ $n_2=18$ $n_3=0$ $n_4=0$ $N=18$

所以被害度 (%) $=\frac{3\times 0+2\times 18+1\times 0+0\times 0}{3\times 18}\times 100=66.7\%$

若 18 莖均屬於 n_3 時，被害度爲 33.3%。若 18 莖均屬於 n_4 時，被害度爲 0。

例3：假定調查 18 莖，n_1，n_2，n_3 及 n_4 分別爲 2,5,5,6 時，

被害度 $=\frac{3\times 2+2\times 5+1\times 5+0\times 6}{3\times 18}\times 100=38.8\%$

三、紋枯病發病株率與被害度之關係

水稻孕穗期（抽穗期前10～12日）之紋枯病發病株率與成熟期之被害度成正相關關係（圖1）[7]。y(成熟期之被害度)=2.78x（孕穗期之發病株率）。所以抽穗期前 10～12 日之發病株率越高，則成熟期之被害度也就越高，由此可利用抽穗前之發病株率預測成熟期之被害度，以決定施藥與否。

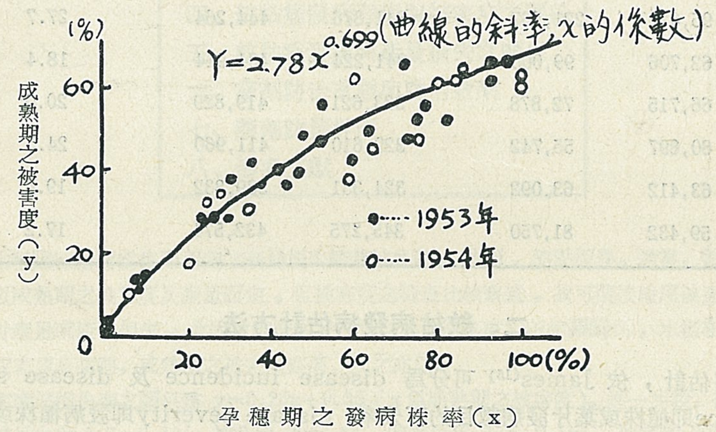


圖 1. 孕穗期之發病株率與成熟期被害度之關係（堀 眞雄，1967）

四、紋枯病發病莖率與被害度之關係

水稻抽穗前 7～12日之發病莖率與成熟期之發病度（被害度）成正相關關係（圖2）[5] $y=1.609x+12.73$，抽穗前 7～12 日之發病莖率 5% 時，成熟期之發病度 21%。發病莖率 10% 時成熟期之發病度爲 29%，發病莖率爲 20% 時，成熟期之被害度爲 45%，因此也可由抽穗期前之發病莖率預測成熟期之被害度，而決定施藥與否。

事實上，發病莖率與被害度之關係，常受環境因子之影響例如臺南5號在同一地點但不同時期栽培時，其發病莖率與被害度之關係就有差異。在民國 63 年第2期作時，其發病莖率與被害度有高的相關關係 $y=4.7+0.7925y$（圖3），但民國64年第2期作時，其相關關係較低 $y=-4.0+0.4982x$（圖4），此因在民國 63 年第2期作時，水稻生育前期，環境因子很適於發病，所以被害莖率高，到了後期，環境因子仍然很適宜發病，故病勢繼續進展，以致被害度亦高，所以被害莖率與被害度相關關係很大。民國 64 年第2期作時，水稻生育前期之環境因子適於發病，所以被害莖率高，但到了後期，環境因子不適於發病，病勢進展緩慢或停止發病，故後期之被害度較低。

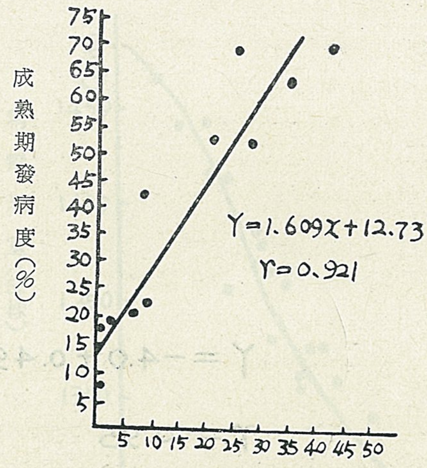


圖 2. 孕穗期之發病莖率與成熟期發病度之關係(岩田和夫，1975)

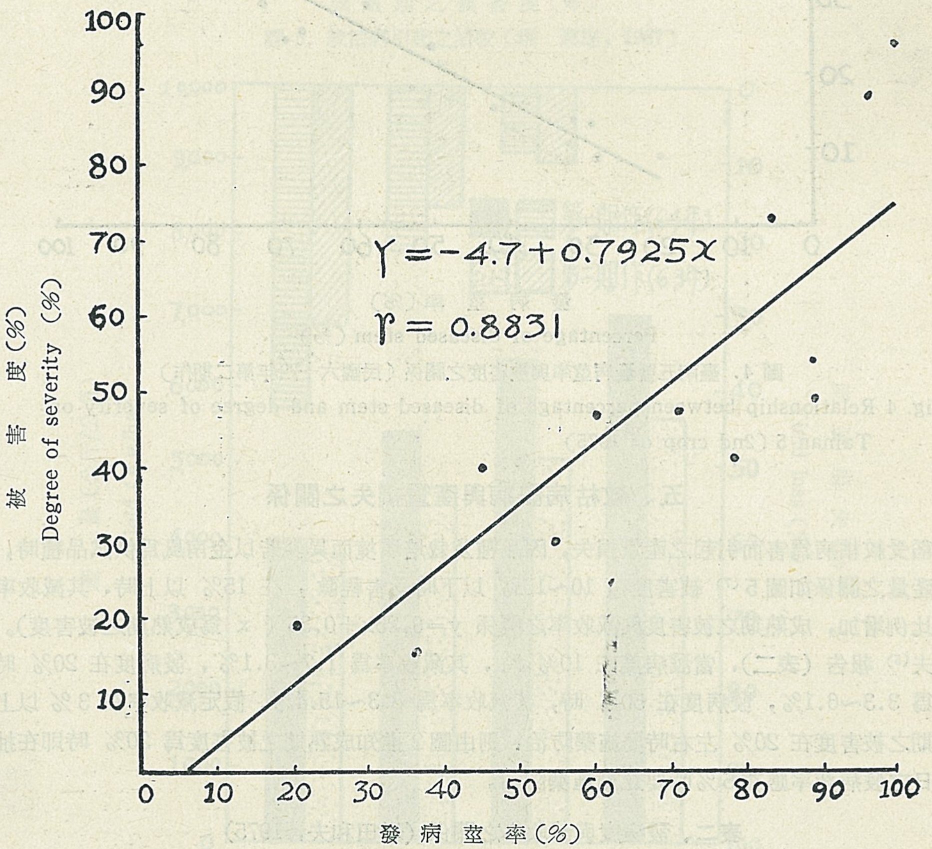


圖 3. 臺南五號發病莖率與被害度之關係(民國六十三年第二期作)

Fig. 3 Relationship between percentage of diseased stem and degree of severity on Tainan 5 (2nd crop of 1974)

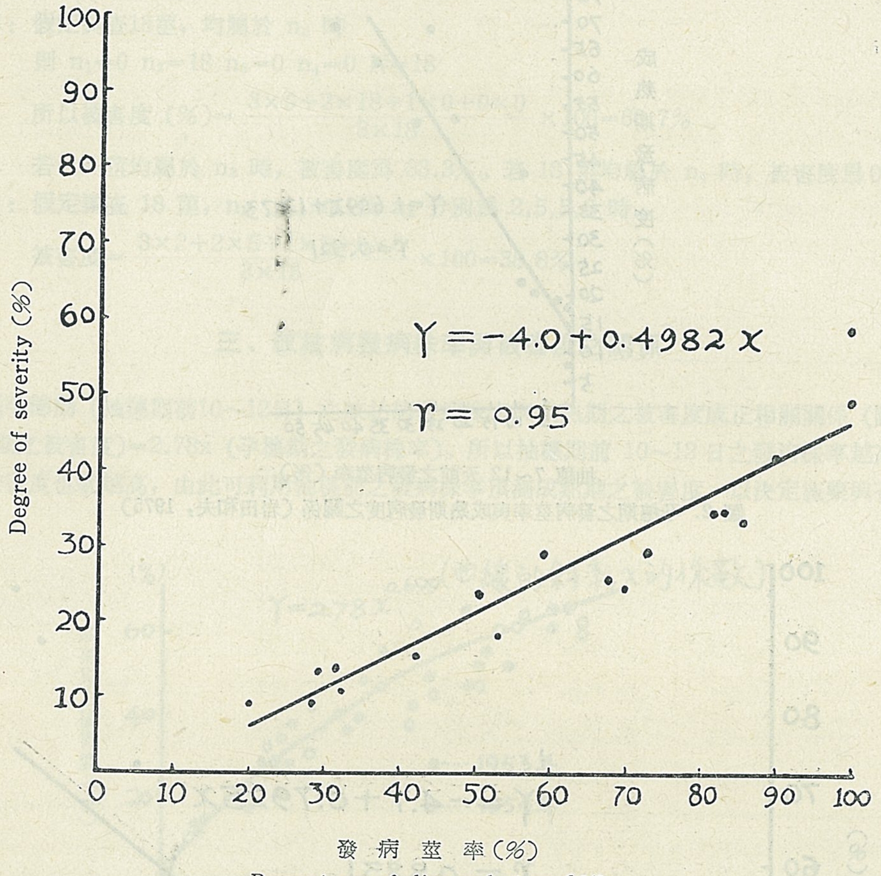


圖 4. 臺南五號發病莖率與被害度之關係(民國六十四年第二期作)

Fig. 4 Relationship between percentage of diseased stem and degree of severity on Tainan 5 (2nd crop of 1975)

五、紋枯病發病與產量損失之關係

水稻受紋枯病爲害而引起之產量損失,因品種及栽培環境而異。若以金南風爲供試品種時,其被害度與產量之關係如圖5[7] 被害度在 10～15% 以下時受害輕微,在 15% 以上時,其減收率與被害度成比例增加,成熟期之被害度與減收率之關係 $y=0.25x+0.35$ (x 爲成熟期之被害度)。又據岩田和夫[5] 報告(表二),當發病度在 10% 時,其減收率爲 1.7～3.1%,發病度在 20% 時,其減收率爲 3.3～6.1%,發病度在 50% 時,其減收率爲 8.3～15.4%。假定減收率在 3% 以上時,即成熟期之被害度在 20% 左右時要施藥防治,則由圖2推知成熟期之被害度爲 20% 時即在抽穗前 7～12 日之發病莖率應在5%時要立刻施藥防治。

表二、發病度與減收率之關係(岩田和夫,1975)

發病度	10	20	30	40	50	60	70	80
減收率 (%)	1.7～3.1	3.3～6.1	5.0～9.2	6.6～12.3	8.3～15.4	9.9～18.4	11.6～21.5	13.3～24.6

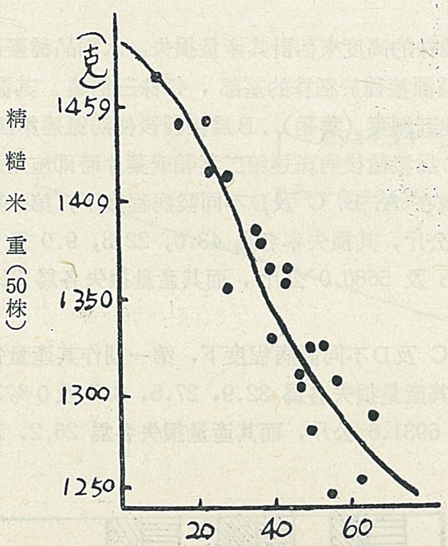
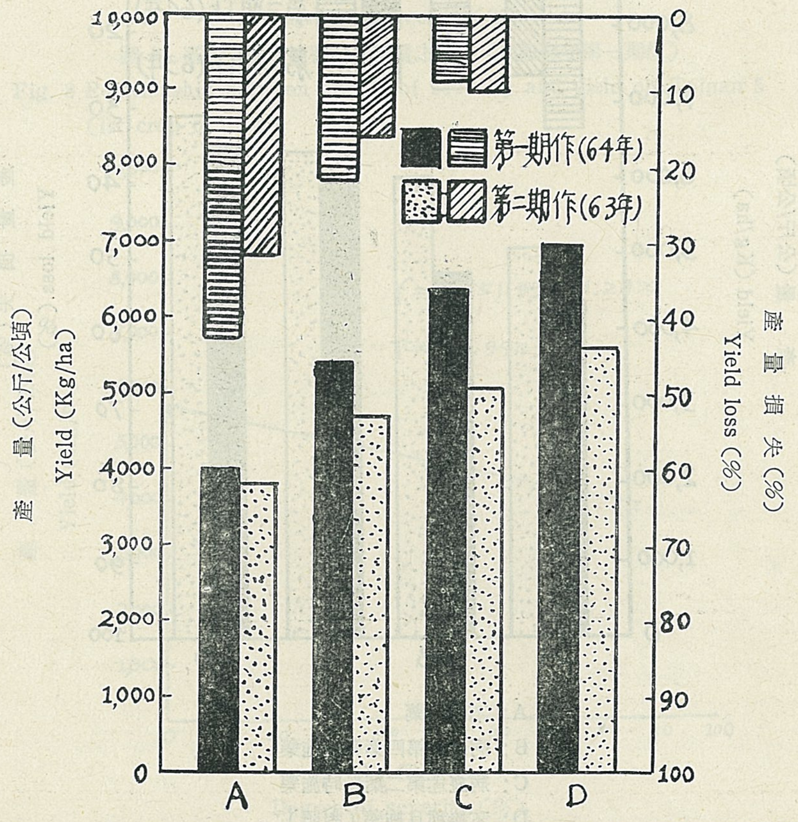


圖 5. 紋枯病引起之減收(堀 眞雄,1967)



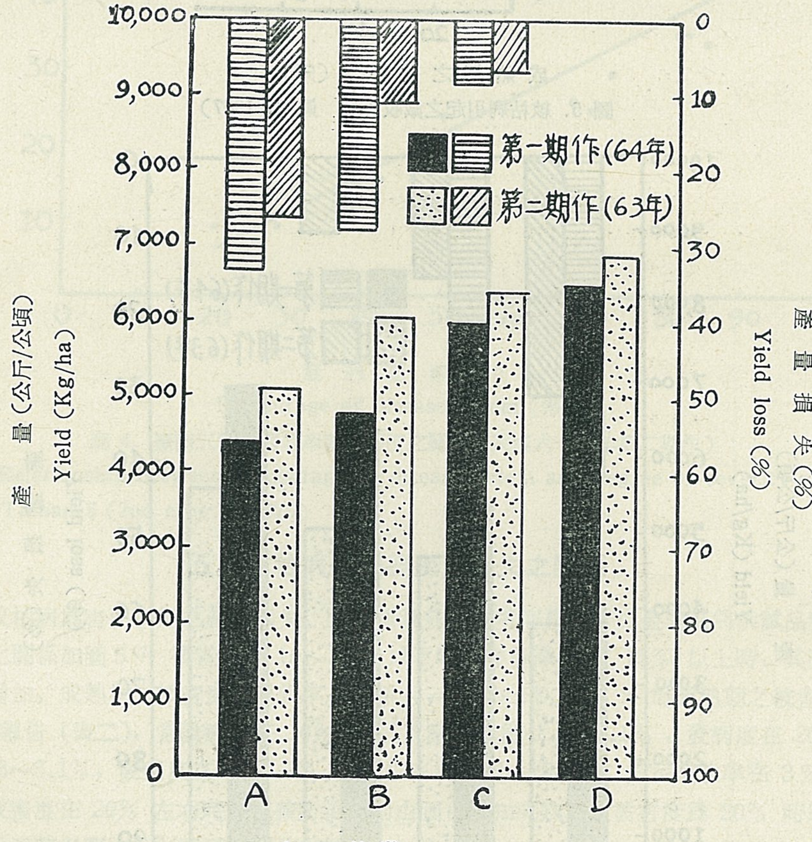
A: 不施藥 B: 病斑達第四葉鞘時施藥 C: 病斑達第二葉鞘時施藥 D: 不接種且施藥(對照)

圖 6. 水稻臺南5號之產量及產量損失與發病程度之關係

Fig. 6 Relationship of yield and yield loss to disease severity on Tainan 5

蔡[12] 利用病斑在水稻植株的高度來估計其產量損失。水稻品種臺南5號及臺中在來1號在水稻孕穗期時即以培養之稻藁接種源接種於稻株的基部，每株三稻藁。其發病程度分爲 A. B. C 及 D. A爲接種後不施藥，使病斑達到劍葉（葉鞘），B爲接種後使病斑達第四葉鞘或葉片（由下向上算）即施用殺菌劑，抑制其進展，C爲接種後病斑達第二葉鞘或葉片時即施用殺菌劑。D爲對照區，不接種但施用殺菌劑。結果臺南5號在 A. B. C 及D不同發病程度下，第一期作其產量每公頃各 4000.0，5466.7，6433.3 及 7033.3 公斤，其損失率各爲 43.0，22.3，9.0 及0％，第二期作其產量每公頃各爲 3866.7，476.7，5093.3 及 5680.0 公斤，而其產量損失各爲 31.9，16.3，10.1 及 0％（圖6）。

臺中在來1號在 A. B. C 及D不同發病程度下，第一期作其產量每公頃各爲 4400.0，4800.0，6033.3 及 6566.7 公斤，而其產量損失各爲 32.9，27.5，8.5 及0％，第二期作其產量每公頃各爲 5111.1，6153.8，6478.6 及 6931.6 公斤，而其產量損失各爲 26,2，11.3，6.6 及0％（圖7）



A: 不施藥
B: 病斑達第四葉鞘時施藥
C: 病斑達第二葉鞘時施藥
D: 不接種且施藥（對照）

圖7. 水稻臺中在來1號之產量及產量損失與發病程度之關係

Fig. 7 Relationship of yield and yield loss to disease severity on Taichung Native 1

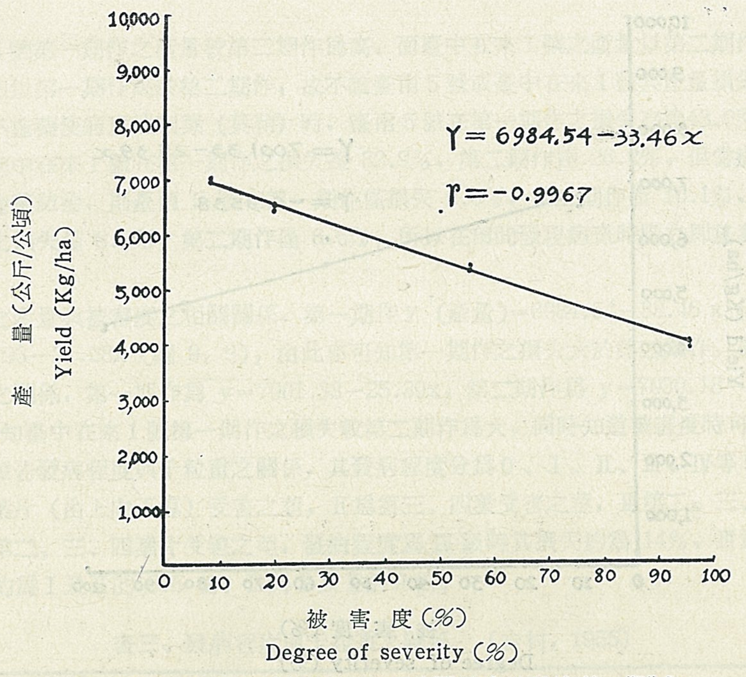


圖 8. 臺南 5 號之被害度與產量之關係(民國64年第一期作)

Fig. 8 Relationship between degree of severity and yield on Tainan 5 (1st crop of 1975)

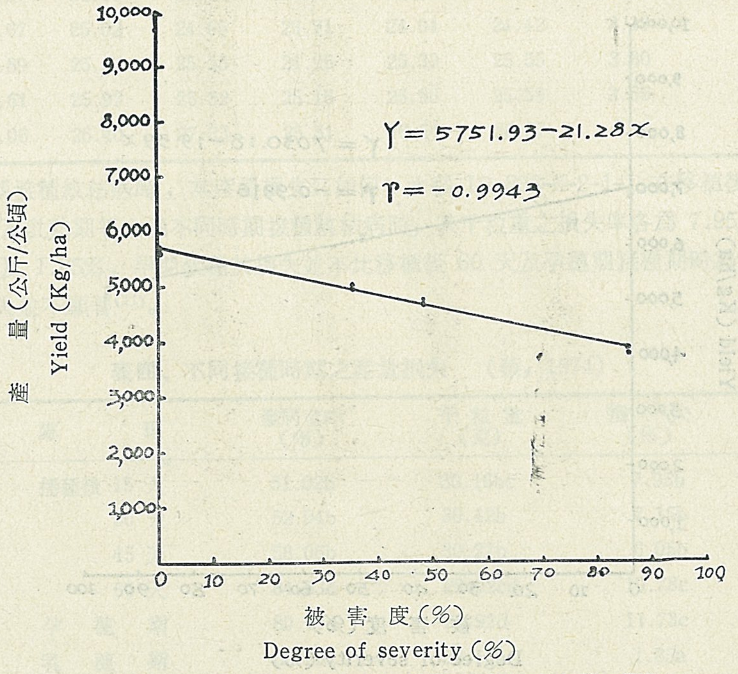


圖 9. 臺南 5 號之被害度與產量之關係(民國63年第二期作)

Fig. 9. Relationship between degree of severity and yield on Tainan 5 (2nd crop of 1974)

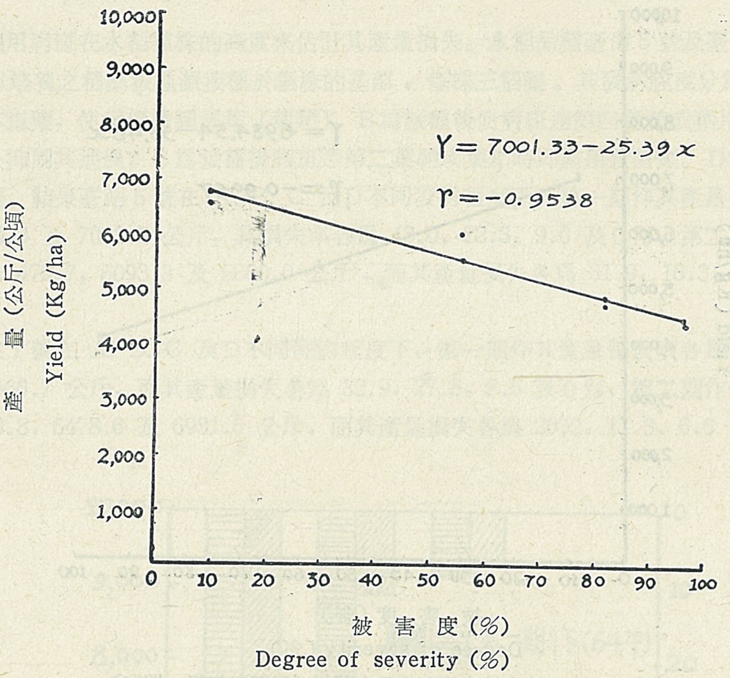


圖 10. 臺中在來1號之被害度與產量之關係（民國64年第一期作）

Fig. 10 Relationship between degree of severity and yield on Taichung Native 1 (lst crop of 1975)

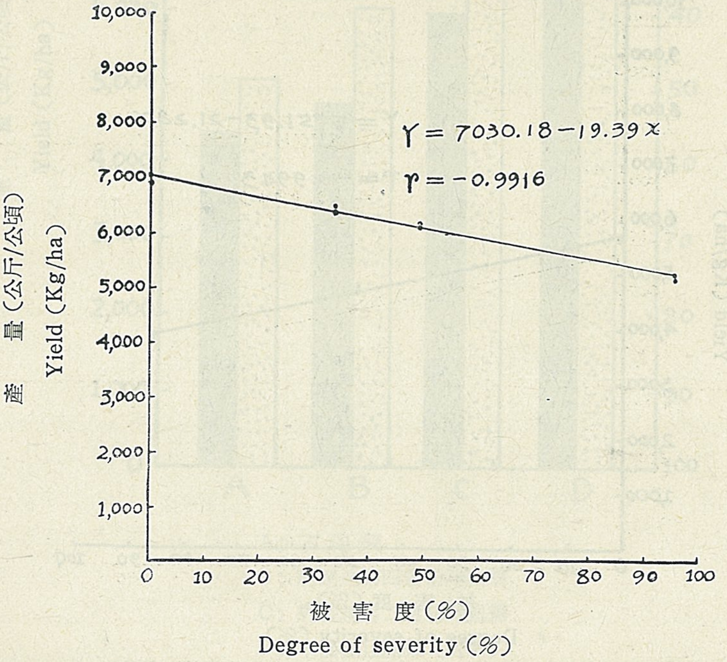


圖 11. 臺中在來1號之被害度與產量之關係（民國63年第二期作）

Fig. 11 Relationship between degree of severity and yield on Taichung Native 1 (2nd crop of 1974)

可知臺南5號第一期作之產量較第二期作爲高，而臺中在來1號之產量以第二期作高於第一期作，但其產量損失却以第一期作高於第二期作，故不論臺南5號或臺中在來1號其產量損失均以第一期作爲高。接種後不施藥使病斑達劍葉（葉鞘）時，臺南5號在第一期作之損失高達43.0%，第二期作亦達31.9%，而臺中在來1號在第一期作之損失達 32.9%，第二期作達 26.2%，但當病斑達第二葉片（鞘）時立即施藥防治，則臺南 5 號在第一期作僅損失 9.0%，第二期作僅 10.1%，而臺中在來1號在第一期作之損失僅 8.5%，第二期作僅 6.6%，所以在田間發現病斑時應立即施藥，可以減少產量損失。

臺南5號之產量與被害度之相關關係，第一期作y（產量）=6984.54−33.46 x（被害度），第二期作 y=5751.93−21.28x（圖 8, 9），由此亦可知第一期作之損失大於第二期作。臺中在來1號之產量與被害度之關係，第一期作爲 y=7001.33−25.39x，第二期作爲 y=7030.18−19.39x（圖10, 11），由此也可知臺中在來1號第一期作之損失較第二期作爲大，同時知道被害度時可以估計產量。

吉村[4]曾報告發病程度與千粒重之關係，其發病程度分爲0、I、II、III、IV等5級，0 爲健全莖，I爲第四葉片（由上向下算）受害之莖，II爲第三、四葉受害之莖，III第二、三、四葉片受害之莖，IV爲劍葉第二、三、四葉片受害之莖，發病程度爲 IV 級時其損失約爲 14%，III爲8%，II及I約爲4%，IV約爲I及II的 3.5 倍，III爲I及II的2倍。

表三、發病程度與千粒重之關係　（吉村，1955）

發病程度	千粒重（克）1	2	3	4	5		損失率（%）	估計值	比率
4	23.27	24.58	21.35	22.97	22.88	22.81	14.15	14	3.5
3	24.67	25.02	24.65	23.71	24.04	24.42	8.13	8	2.0
2	25.89	25.97	25.55	24.96	25.39	25.55	3.80	4	1.0
1	25.61	25.97	25.32	25.16	25.90	25.59	3.65	4	1.0
0	27.06	26.40	27.33	25.51	26.54	26.57	0	0	0

在不同時期接種紋枯病時，其產量損失又如何？水稻 IR 833-6-2-1-1 在移植後 15、30、45、60 天，孕穗期及乳熟期等六個不同時期接種紋枯病時，其千粒重之損失率各爲 7.95, 7.15, 6.05, 10.78, 11.73 及 1.85%，早期接種其損失並不比移植後 60 天及孕穗期接種期時爲大，同時乳熟期接種時，其損失並不顯著[11]。

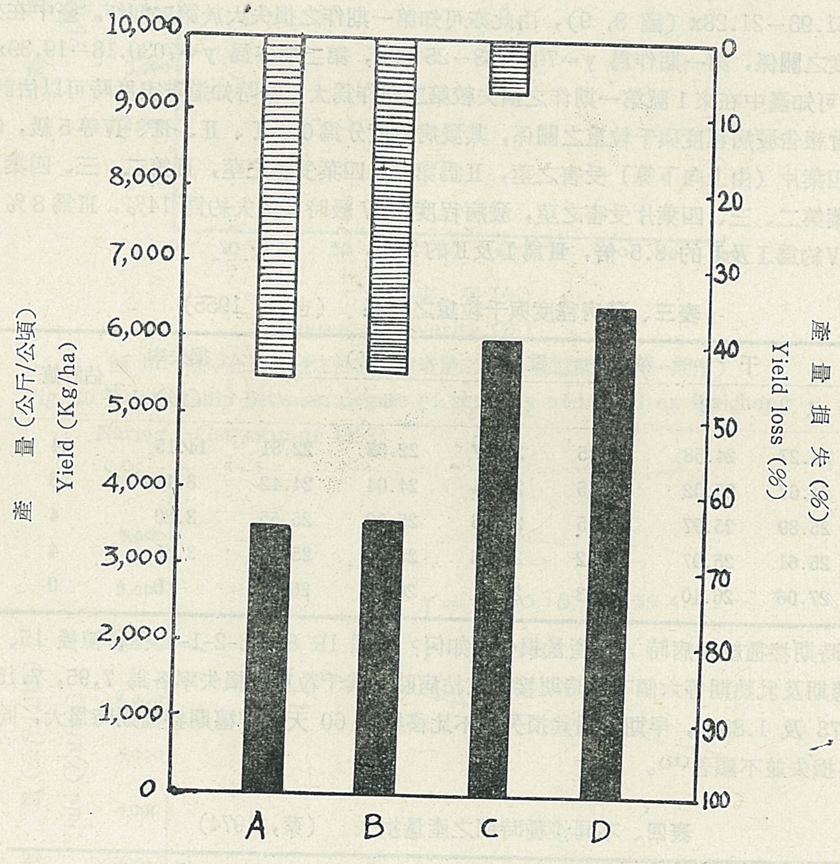
表四、不同接種時期之產量損失　（蔡，1974）

處理	發病莖率（%）	千粒重（克）	損失（%）
播種後 15 天	51.02b	30.16bc	7.95b
30 天	52.04b	30.42b	7.15b
45 天	58.06b	30.77b	6.05b
60 天	84.53d	29.22cd	10.78c
孕穗期	80.17d	28.92d	11.73c
乳穗期	68.29c	32.15a	1.85a
對照	0a	32.76a	0a
LSD 5%	7.29	0.95	2.68

英文字母相同者表示 LSD 5% 顯著水準時不顯著

水稻臺南 5 號在分蘗盛期、孕穗期及抽穗期接種時，其產量每公頃各為 3566.7，3633.3 及 6033.3 公斤，對照區（不接種區）之產量為6500.0公斤，故其損失各為44.7，44.0及7.6%，水稻臺中在來1號在分蘗盛期、孕穗期及抽穗期接種時，其產量每公頃各為 4766.7，4700.0，5700.0 公斤，對照區（不接種區）之產量為 6833.3 公斤，故其損失各為 30.1，31.2 及 16.5%（圖12,13)。

除外，中澤雅典等[1,2]也曾報告水稻在幼穗形成期及孕穗期發病時，對產量之影響最大，發病區谷重比健全區谷重低 40～50%，同時稻株內被害莖率增加時，其不稔率及不完全粈率也增加，特別是不完全粈率之增加更為顯著。水稻在無接種區粃數之百分率為 5.75%，但接種區為 8.15%[6]。



A：移植後 60 天接種

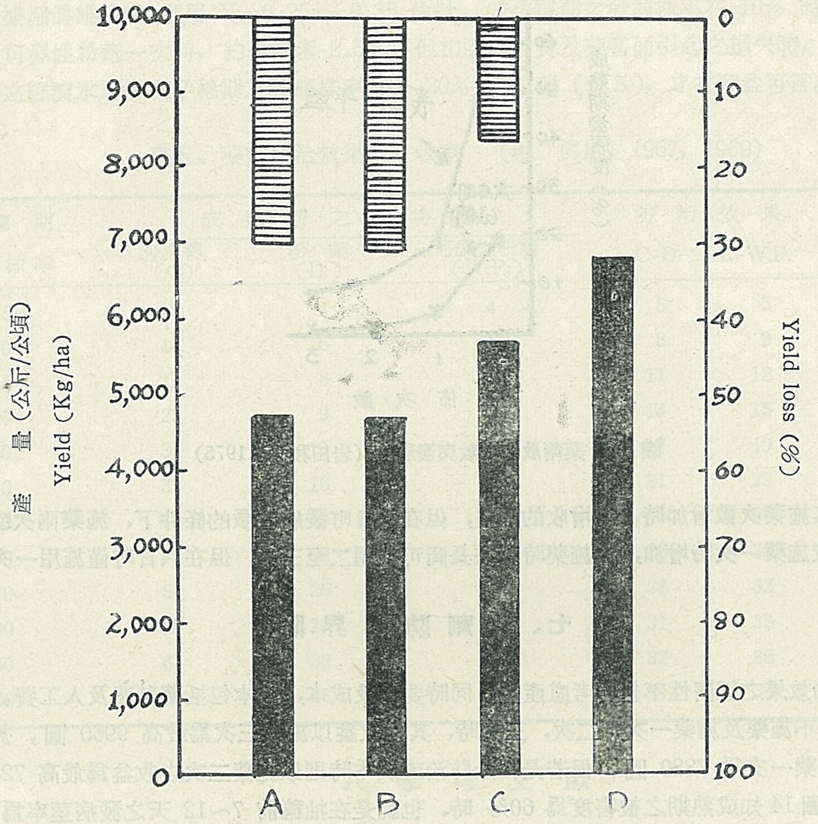
B：移植後 80 天接種

C：移植後 100 天接種

D：不接種，且施藥（對照）

圖 12. 臺南5號不同生育期接種紋枯病對產量損失之影響（民國64年第一期作）

Fig. 12 The influenence of sheath blight disease to yield and yield loss on Tainan 5 at different inoculation stages (lst crop of 19975)



A：移植後 60 天接種
B：移植後 80 天接種
C：移植後 100 天接種
D：不接種，且施藥（對照）

圖 13. 臺中在來 1 號不同生育期接種紋枯病對產量及產量損失之影響（民國64年第一期作）

Fig. 13 The influence of sheath blight disease to yield and yield loss on Taichung Native 1 at different inoculation stage (lst crop of 1975)

由以上發病株率與被害度之關係、發病莖率與被害度之關係、發病與產量損失之關係等均受許多環境因子之影響，諸如水稻生長期之溫、濕度、栽培時期、水稻品種等，所以以上的公式係某一品種在某一特定環境下而得到的，因此並不一定能完全代表其他地區的狀況。

六、藥劑防治次數與防治效果

通常藥劑的施用次數，宜視病害發生情形而定，在發病嚴重的地區宜增加施藥次數，但在發病輕微地區，宜減少施藥次數。藥劑施用次數與發病度的關係，在發病嚴重之條件下，無施藥區之發病度爲 63.5，施藥一次時發病度爲 18.8，施藥兩次時其發病度 12.1，施藥三次時其發病度爲 9.5，故施藥次數增加，其發病度減少。在發病輕微的條件下，亦有同樣的傾向（圖14）[15]。在長岡發病嚴重

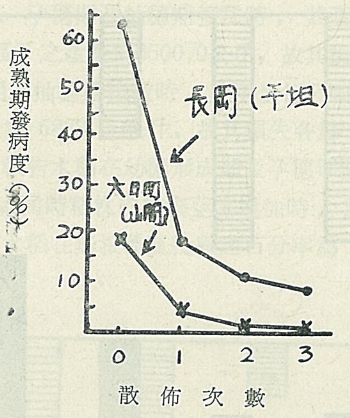


圖 14. 藥劑散佈次數與發病度(岩田和夫,1975)

之條件下,其施藥次數增加時,有增收的傾向,但在六日町發病輕微的條件下,施藥兩次或三次時,其產量並未較施藥一次時增加,故施藥時,在長岡可施用二至三次,但在六日町僅施用一次即可。

七、藥劑防治界限

藥劑防始效果之經濟性不僅要考慮產量,同時要顧及成本,成本包括藥劑費及人工費。據岩田和夫[5]報告,不施藥及施藥一次,二次,三次時,其粗收益以施藥三次爲最高 9960 圓,施藥二次爲 9010 圓,施藥一次爲 7820 圓,但若是扣除防治或成本時則以施藥二次之收益爲最高 7250 圓(圖15),所以由圖 14 知成熟期之被害度爲 60% 時,也就是在抽穗前 7~12 天之發病莖率爲 20~30% 時(由圖 2 推知)施藥兩次即可。

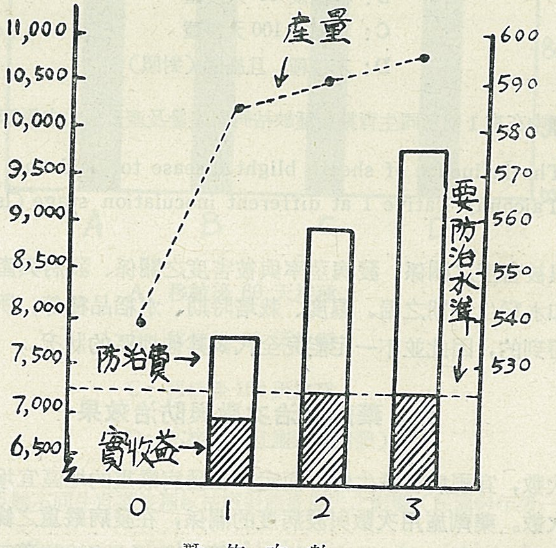


圖 15. 防治效果及經濟性(岩田和夫,1975)(要防治水準)

又據堀眞雄[7,14] 利用 $Y=0.25x+0.35$ 估計，當孕穗期之發病株率在 10% 時施用有機砒素劑粉劑及可濕性粉劑一次時，約可增產 2.5%，但扣除防治費及藥害而引起之損失時，並無利益可言，故確實之經濟水準應在孕穗期之發病株率 15～20% 時施藥（表5），才有利益可言。

表五、藥劑防治效果及增收率 （堀 眞雄，1967，1969）

孕穗期發病株率	成熟期之被害度 無施藥（C）	粉劑（D）	可濕性粉劑（W.P.）	防治效果 C-D	C-W.P.	增收率(%) D	W.P.
5	9	4	4	5	5	1.6	1.6
10	14	6	5	8	9	2.4	2.6
15	19	8	7	11	12	3.1	3.4
20	23	9	8	14	15	3.7	4.1
30	30	13	11	17	19	4.6	5.1
40	37	16	14	21	23	5.6	6.1
50	43	19	16	24	27	6.4	7.1
60	49	23	19	26	30	7.0	7.9
70	54	26	22	28	32	7.4	8.4
80	60	29	25	31	35	8.1	9.1
90	65	33	27	32	38	8.4	9.9
100	70	36	31	34	39	8.9	10.1

八、參 考 文 獻

1. 中澤雅典、加藤喜重郎．1953．水稻紋枯病被害査定資料（Ⅱ），發病時期與收量之關係 日植病報 17(3—4) P. 177.
2. 中澤雅典、加藤喜重郎．1953．水稻紋枯病被害査定資料（Ⅲ），株內之發病莖率與生育收量之關係 日植病報 17 (3—4) P. 178
3. 吉村彰治．1954．水稻紋枯病之被害度査定基準 日植病報 19 (1—2):58—60.
4. 吉村彰治．1955．稻紋枯病之被害 九州農試彙報 3(1):143—154.
5. 岩田和夫．1975．紋枯病之必要防除水準 今月之農藥 19(7):18—22.
6. 桐生知次郎、關谷直正．1954．稻紋枯病粃數增加考察 日植病報 18(3—4) P. 157.
7. 堀 眞雄．1967．稻紋枯病之被害予察及防除法，農業及園藝 (9):139—1392.
8. 農林廳．1973．61年臺灣省植物保護工作總報告農林廳編印 72 P.
9. 農林廳．1973．62年臺灣省植物保護工作總報告農林廳編印 79 P.
10. 農林廳．1974．63年臺灣省植物保護工作總報告農林廳編印 71 P.
11. 蔡武雄．1974．水稻在不同接種時期對紋枯病之產量損失估計 農業研究 23 (3):188—194.
12. 蔡武雄．1975．水稻紋枯病程度與產量及產量損失關係之研究 植物保護學會會刊 17 (4):410—417.
13. Food and Agricultural Organiztion of the United Nations. 1971. crop loss assessment methods; FAO manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds. FAO, Rome, Italy (looseleaf).
14. Hori, M. 1969. On forcasting the damage due to sheath blight of rice plants and the critical point for judging the necessity of chemical control of the disease. Rev. Pl. Prot. Res. 2:70—73
15. James, W.C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Ann. Rev. phytopath. 12:27—48.